CLUB DES CARDIOLOGUES DU SPORT

SPORTIVES DE HAUT NIVEAU EN SPORTS COLLECTIFS

Avec la revue

Cardio & Sport

N° 21 - Décembre 2009

LA REVUE PRATIQUE DE LA CARDIOLOGIE DE L'EFFORT

ÉVÈNEMENT
Le pentathlon moderne
Entretien avec le Dr Alain Frey

ENTRAÎNEMENT
Reprendre l'exercice
Après une dissection aortique aiguë

L'AURIEZ-VOUS CRU ?
La danse de société
Quel risque cardiovasculaire ?

IMAGERIE
Sports collectifs
Les adaptations cardiaques des athlètes féminines

MISE AU POINT
Thrombose veineuse
Quand reprendre l'exercice ?

ANALYSE D'ARTICLE
Ondes T négatives
Signification chez l'adolescent

Dossier

LE CŒUR FORCÉ DU SPORTIF : limite des adaptations cardiovasculaires a l'exercice

- Le cœur forcé du sportif : aspects chroniques
- La fatigue myocardique : comment la reconnaître ?

www.clubcardiosport.com

Sportives de haut niveau en sports collectifs

Des adaptations cardiaques particulières ?

La pratique sportive féminine de masse est un phénomène relativement récent. Le marathon, par exemple, n'est devenu discipline olympique féminine qu'en 1984. Les adaptations cardiaques ne sont pas identiques pour les athlètes de sexe féminin par rapport à leurs homologues masculins. Cet article rapporte les résultats d'une étude échocardiographique menée chez des sportives de haut niveau de sports collectifs.

Dr Laurent Uzan*, Dr Jacques Guéneron**, Dr Eric Jousselin**

L'échographie cardiaque est un examen fondamental pour le diagnostic des cardiopathies à risque de mort subite chez les sportifs de haut niveau.

La pratique d'une activité physique régulière et à haut niveau est responsable de modifications morphologiques et fonctionnelles des 4 cavités cardiaques le plus fréquemment à type d'hypertrophie et dilatation. Ces modifications sont souvent modérées.

Il est donc indispensable, pour le cardiologue, de connaître ces adaptations pour mieux dépister les pathologies chez nos sportifs élites des 2 sexes et pour adapter ces données à la "masse" des sportif(ve)s pratiquant(e)s.

> Cœur d'athlète échographie : hommes/femmes, mode d'emploi

L'entraînement régulier, intense et à long terme induit un remodelage cardiaque comprenant une augmentation des dimensions des cavités cardiaques, des épaisseurs pariétales et de la masse ventriculaire. Tous ces éléments répondant à une surcharge hémodynamique chronique dûe à l'exercice. De nombreuses études ont décrit ces phénomènes adaptatifs appelés plus communément cœur d'athlète chez l'homme. Les études concernant ces adaptations chez la femme sont plus restreintes. Dans cet article, seules les modifications échographiques seront développées.

Le cœur d'athlète varie selon l'âge, le sexe, la morphologie et le type de sport pratiqué.

>>> * Institut Cœur Effort Santé, INSEP, Paris
>>> ** INSEP, Paris

Généralités

Les 3 principaux déterminants physiologiques de ces adaptations sont génétiques, hémodynamiques et neuro-hormonaux. L'échocardiographie a permis d'en préciser les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles et, plus récemment, d'autres méthodes non invasives comme l'IRM ont confirmé ces paramètres.

Chez les sportifs, l'échographie cardiaque transthoracique est le plus souvent normale. Elle peut aussi mettre en évidence des modifications morphologiques à type hypertrophie/dilatation. Cette adaptation concerne les quatre cavités avec des modifications équilibrées, homogènes et proportionnelles. Elle s'observe dans les deux sexes et à tout âge.

Ces adaptations sont, dans la grande majorité des cas, modérées aux limites supérieures de la normale et loin des valeurs relevées en pathologie. Com-

D.R.

Les sports de balle collectifs ont un impact modéré sur les dimensions ventriculaires.

parées aux valeurs moyennes observées dans une population sédentaire, le diamètre ventriculaire gauche est majorée de 3 à 6 mm environ et les épaisseurs pariétales de 2 à 3 mm. Ce n'est que dans une très faible proportion (moins de 5 % des cas) que des modifications plus importantes sont observées. Sur le plan fonctionnel, cette adaptation est associée à un remplissage VG normal ou souvent "supranormal" et à une fraction d'éjection ventriculaire gauche dans les limites de la normale.

Les facteurs déterminants

Le niveau d'entraînement

L'adaptation Cardiaque (AC) du sportif ne s'observe que chez des pratiquant(e)s de haut niveau d'entraînement, correspondant, compétition et entraînement compris, à au moins 10 heures par semaine à plus de 60 % de la consommation maximale d'oxygène (VO_2max.). Si cette AC est bien exclusivement liée à l'entraînement, elle doit obligatoirement être associée à une performance physique correspondant au type et à la quantité de l'entraînement suivi. La meilleure mesure objective de cette performance reste la VO_2max.

Le type de sport pratiqué (Tab. 1)

On oppose théoriquement les exercices musculaires en fonction des contraintes cardiovasculaires qu'ils imposent :

- les exercices dynamiques (aérobie, endurance) imposent une contrainte cardiaque principalement en volume ;
- les exercices isométriques (anaérobie, statique) imposent plutôt une contrainte barométrique, associés fréquemment à des efforts en Valsalva (c'est-à-dire avec blocage respiratoire).

En réalité, la plupart des sports sont mixtes avec des composantes dynamiques et isométriques plus ou moins fortes (Tab. 2). La prédominance d'une de ces contraintes hémodynamiques pourrait expliquer les légères différences d'adaptation myocardique observées selon les sports.

La caractéristique principale de l'AC du sportif est une dilatation cavitaire. Elle est associée à une hypertrophie pariétale plus ou moins importante selon les sports. Les disciplines à prédominance dynamique induisent une dilatation cavitaire avec une hypertrophie réactionnelle modeste. C'est dans les disciplines mixtes comme le cyclisme, l'aviron et le canoë-kayak, que sont observées les modifications les plus marquées (dilatation et hypertrophie). Dans les sports à forte composante isométrique, l'hypertrophie pariétale peut être proportionnellement plus nette que la dilatation, qui est néanmoins toujours présente à des degrés variables.

Il faut bien comprendre que cette différence est purement théorique et que, bien souvent, les entraînements combinent des activités en endurance et d'autres en résistance.

Le sexe

Pour mieux définir ces phénomènes adaptatifs chez la femme, il est indispensable de les connaître et de les comprendre, comme chez l'homme.

Tableau 1 – Impact des sports pratiqués sur les dimensions ventriculaires gauches (1).

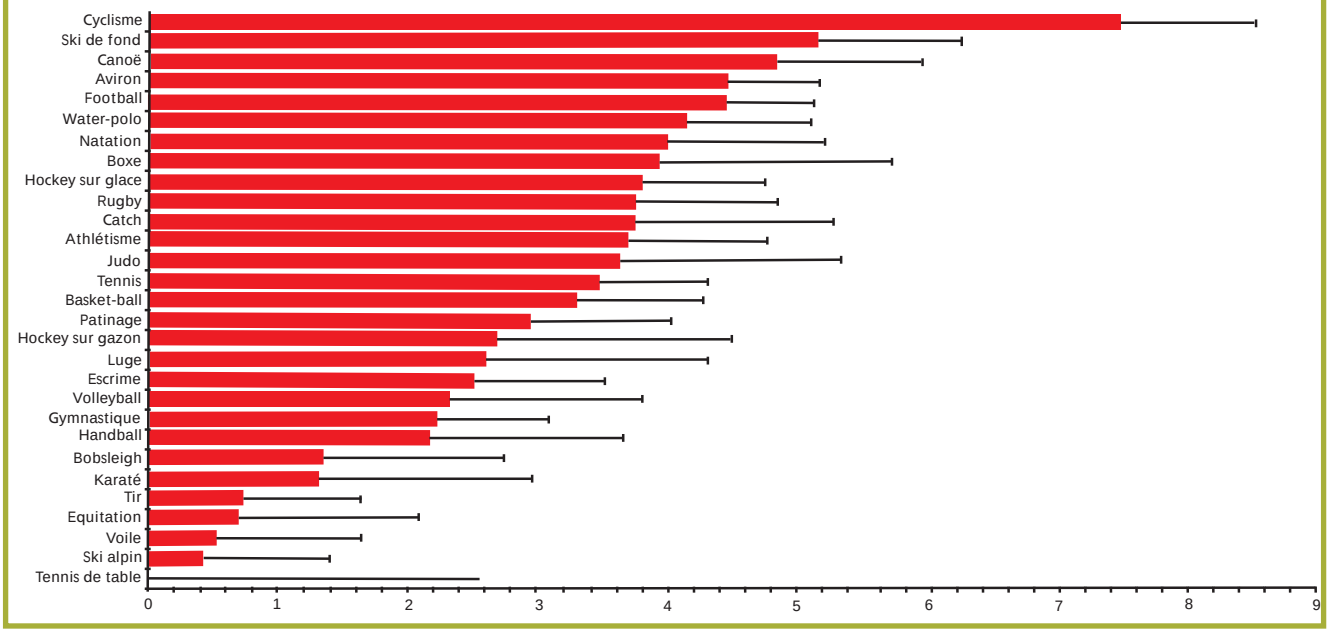

Tableau 2 – Classification de Mitchell (2).

Dynamique / Statique	A Faible (< 40 % VO_2max)	B Moyenne (40-70 % VO_2max)	C Forte (> 70 % VO_2max)
I Faible (< 20 % FMV)	Billard Bowling Cricket Tir arme à feu Golf	Baseball Volley-ball Escrime Tennis de table	Football Tennis Badminton Squash Racket-ball Course LD Course d'orientation Marche athlétique Ski de fond (classique)
II Moyenne (20-50 % FMV)	Tir à l'arc Plongée sous-marine Automobilisme Motocyclisme Equitation	Sprint Sauts (athlétisme) Patinage artistique Football américain Rugby Surf Natation synchronisée	Basket-ball Handball Hockey sur glace Ski de fond (skating) Course à pied MD Natation
III Forte (> 50 % FMV)	Lancers Haltérophilie Gymnastique Luge Escalade Voile Planche à voile Ski nautique Sports de combat	Lutte Body-building Ski alpin Surf des neiges Skateboard	Canoë-kayak Aviron Boxe Décathlon Cyclisme Triathlon Patinage de vitesse

VO_2max = consommation maximale d'oxygène ;
FMV = Force Maximale Volontaire.

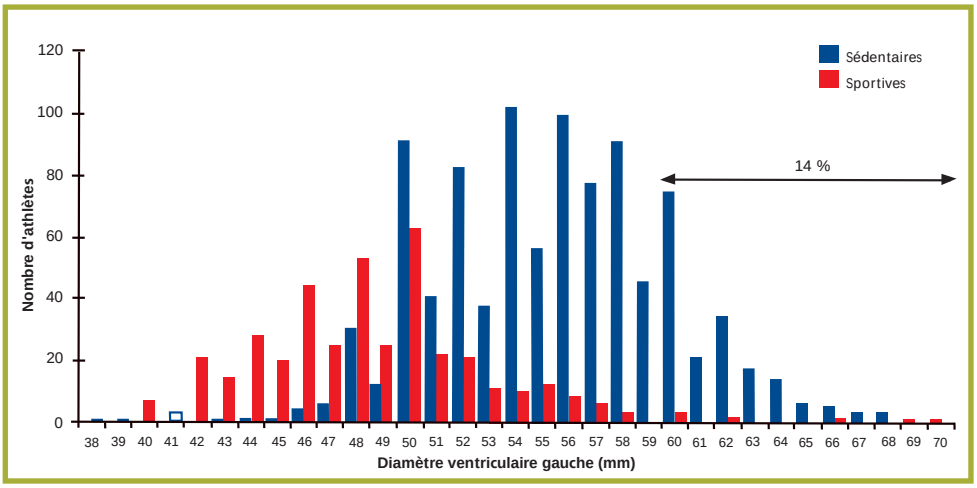

Figure 1 – Distribution des diamètres ventriculaires gauches (3).

Chez l'homme adulte sportif

Les épaisseurs pariétales
Une épaisseur pariétale supérieure à 13 mm est peu fréquente. Elle est rarement comprise entre 13 et 15 mm et doit alors être considérée dans une zone d'incertitude diagnostique réclamant un bilan complémentaire complet avant que ne soit proposée une attitude définitive. Une épaisseur pariétale supérieure à 15 mm est, jusqu'à preuve du contraire, en faveur d'une cause pathologique d'hypertrophie.

Les diamètres ventriculaires
Classiquement, le diamètre ventriculaire gauche en télédiastole dépasse rarement 60 mm chez le sportif et exceptionnellement 70 mm (Fig. 1). Ces grandes dilatations sont plus souvent observées chez des sportifs hyperendurants comme les cyclistes sur route ou présentant des surfaces corporelles importantes comme les basketteurs. Il est donc préférable d'indexer les données par la surface corporelle. La limite de normalité est de 31 mm/m^2.

Chez la femme adulte sportive

Les épaisseurs pariétales
Chez la sportive de haut niveau de performance, la limite de cette adaptation est plus basse. Ainsi, en reprenant les différents éléments de la littérature, il est possible de conclure que l'épaisseur pariétale ne dépasse qu'exceptionnellement 12 mm (Fig. 2). Au-delà, le diagnostic de cardiomyopathie hypertrophique (CMH) doit être évoqué et recherché jusqu'à preuve du contraire. Dans ce cas, le clinicien devra s'aider d'un faisceau d'arguments pouvant combiner : IRM myocardique, arrêt de la pratique sportive et réévaluation des épaisseurs, VO_2max et Holter-ECG…

Les diamètres ventriculaires
Le diamètre ventriculaire gauche en

télédiastole dépasse rarement 55 mm et exceptionnellement 65 mm (sportives hyper-endurantes, surfaces corporelles importantes) (Fig. 3).
Bien que d'authentiques CMH très particulières puissent présenter des hypertrophies pariétales VG aux limites supérieures de la normale, il est admis qu'une hypertrophie pariétale inférieure ou égale à 13 mm chez l'homme et 12 mm chez la femme, très entraîné(e), asymptomatique et performant(e), sans antécédents familiaux ou personnels pouvant faire suspecter une cardiomyopathie, est a priori liée à l'entraînement physique. Dans la zone d'incertitude, entre 13 et 15 mm d'épaisseur ventriculaire gauche, le diagnostic de CMH devra être évoqué systématiquement chez l'homme sportif. Une épaisseur de plus de 12 mm chez les sportives et de 15 mm chez les hommes doit faire considérer qu'il s'agit, jusqu'à preuve du contraire, d'une CMH.
L'hypertrophie pariétale du sportif est le plus souvent globale et symétrique. Elle peut être asymétrique mais, dans ce cas, le rapport paroi postérieure/épaisseur du septum interventriculaire doit toujours être inférieur à 1,5.

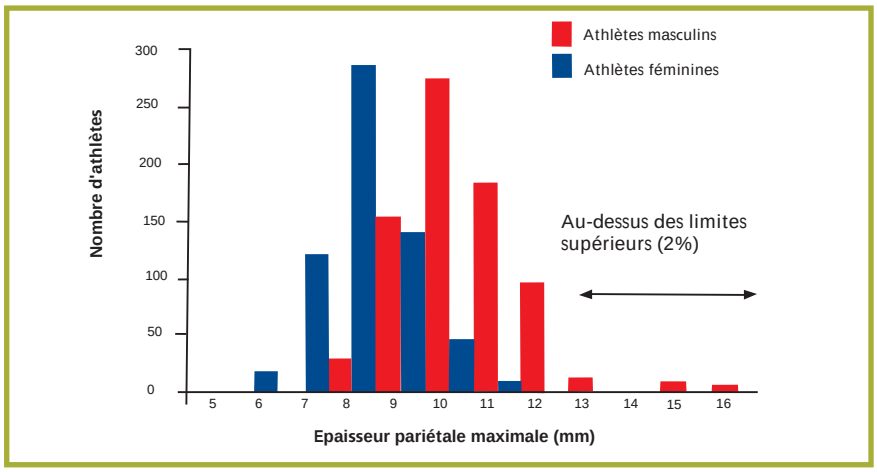

Figure 2 – Distribution des épaisseurs pariétales chez 738 athlètes masculins et 600 féminines (4).

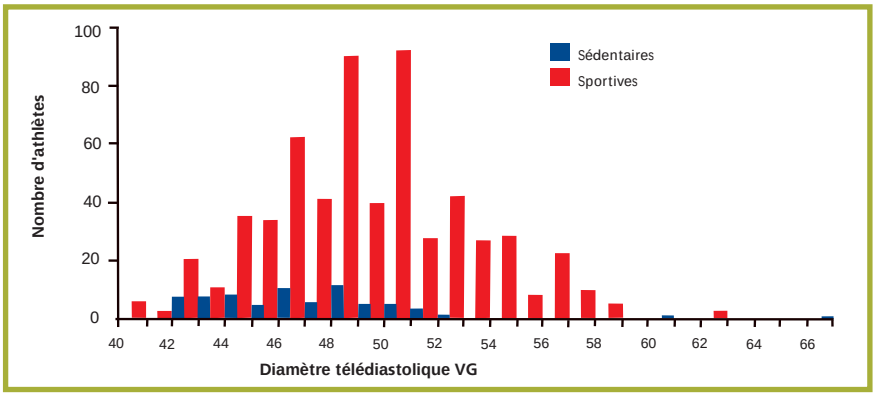

Figure 3 – Diamètre télédiastolique VG chez des femmes sportives versus sédentaires (4).

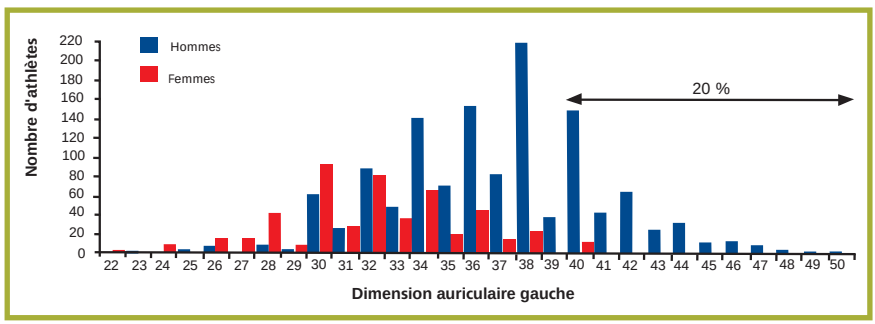

Figure 4 – Diamètre TM de l'oreillette gauche chez des athlètes des 2 sexes (1).

L'oreillette gauche
Le diamètre transverse de l'oreillette gauche est augmenté en moyenne de 16 % (Fig. 4). Dans le contexte de la CMH, l'examen de l'oreillette gauche est important. Sa taille mesurée en TM dépasse rarement 45 mm chez la sportive et 50 mm chez le sportif et elle doit rester proportionnelle à celle du VG. Ainsi, dans un contexte d'hypertrophie pariétale, la découverte d'une oreillette dilatée sans dilatation associée du ventricule gauche est en faveur d'une CMH.

Le Doppler
- Le gradient : l'existence d'un gradient intraventriculaire gauche de repos observé à l'analyse Doppler est en faveur d'une CMH. Il n'y a pas actuellement de consensus sur la valeur discriminante des gradients obtenus à l'effort ou par test pharmacologique.
- Le flux mitral : le remplissage VG est analysé au minimum par le flux mitral. Les indices de fonction diastolique sont le plus souvent "supranormaux" chez les athlètes avec une onde E largement supérieure à l'onde A et un temps de décélération de l'onde E court. Chez un sportif de moins de 40 ans, un flux transmitral anormal (E < A) est un signe d'alerte. Cependant, un flux mitral normal est retrouvé dans 50 % des CMH. En cas de doute, l'analyse par Doppler tissulaire pulsé (DTI) est utile et la méthode préconisée est, dans ce

cadre, la valeur moyennée aux 4 sites de l'anneau mitral.

• Le doppler tissulaire : une valeur de l'onde Ea et/ou de l'onde S inférieure à 9 cm/s est évocatrice d'une CMH.

Si une valeur pathologique au DTI est très en faveur d'une CMH, une valeur normale chez un sujet entraîné n'écarte pas formellement ce diagnostic.

En pratique, les différents déterminants du remodelage ventriculaire gauche chez les athlètes de sexe féminin sont principalement : la surface corporelle, l'âge plus élevé et la fréquence cardiaque plus basse (correspondant en fait à l'intensité et la régularité de l'entraînement ; évaluation par régression linéaire).

En conclusion

L'hypertrophie pariétale doit être associée à un bilan échographique strictement normal, voire "supra-normal". En cas de doute persistant, d'autres examens complémentaires doivent être réalisés et le raisonnement diagnostique doit s'appuyer sur un faisceau d'arguments.

L'autre facteur à prendre en compte chez la femme est le type de sport pratiqué confirmant ainsi l'impact prédominant des sports d'endurance type cyclisme, marathon… D'autres disciplines telles que les sports de balle collectifs ont un impact beaucoup plus modéré sur les dimensions ventriculaires (Fig. 5). Ces résultats étant cohérents avec les études concernant les athlètes masculins.

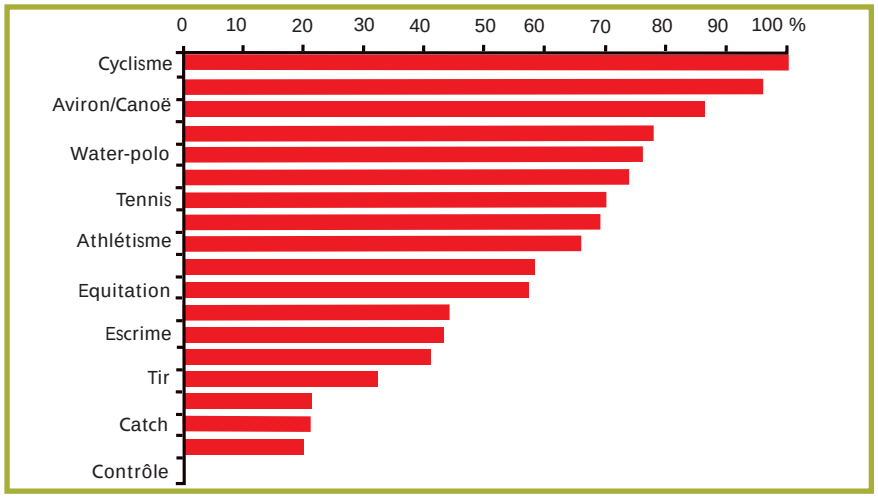

Figure 5 – **Impact relatif de différents sports sur le DTD VG chez les athlètes féminines (4).**

Les limites pour la femme sportive semblent donc inférieures à celles rencontrées chez le sportif masculin.

> Etude auprès des équipes de sports collectifs féminines

A l'occasion des différents championnats les concernant, nous avons réalisé à l'INSEP un bilan cardiologique (ECG, écho cœur et épreuve d'effort) des sportives composant les équipes de 3 sports collectifs de balle (basket-ball, handball et volley-ball).

But de l'étude

Nous avons voulu comparer, sur le plan des adaptations échographiques liées à la pratique d'un sport de haut niveau, l'ensemble de la population sportive de ces 3 équipes à une population contrôle sédentaire et nous avons voulu, par ailleurs, comparer les 3 populations sportives entre elles.

Participantes

En tout, nous avons évalué 78 athlètes féminines internationales de haut niveau d'âge moyen de 24,7 ans (range, 18-32 ans), s'entraînant plus de 10 heures/semaine en moyenne à un groupe contrôle de 19 sujets féminins sédentaires d'âge moyen, 23.7 ans (range, 17-30 ans), indemnes de pathologies cardiovasculaires et s'entraînant moins de 2 heures/semaine en moyenne.

Principales mesures réalisées

• Mesures en TM des dimensions ventriculaires gauches : diamètre télésystolique et télédiastolique du VG (DTD VG et DTS VG).

• Mesure en TM du diamètre de l'oreillette gauche.

• Enregistrement en Doppler pulsé et

continu du flux mitral et des pressions pulmonaires.

Résultats

L'analyse des 3 sous-groupes de la population sportive ne montre aucune différence statistiquement significative, que ce soit sur les paramètres morphologiques ou les paramètres Doppler (Fig. 6 et 7).

Les adaptations de ces sports collectifs semblent donc équivalentes pour la population féminine.

L'analyse principale entre le groupe des sportives et le groupe contrôle retrouve une différence statistiquement significative (P < 0,005) sur les paramètres morphologiques des 2 populations (les sportives sont plus grandes et ont une surface corporelle (SC) plus importante) (Fig. 8).

Les sportives présentent une augmentation des dimensions ventriculaires gauches, des épaisseurs pariétales ainsi que de la masse ventriculaire. En comparaison avec cette population contrôle, les athlètes ont aussi une augmentation des dimensions auriculaires gauches. Les athlètes ont un DTD VG plus grand (49 ± 5 mm) et une épaisseur septale plus grande (8,6 ± 1 mm) que le groupe contrôle (47 ± 3 mm et 8 ± 1 mm).

Les dimensions ventriculaires gauches et septales sont en moyenne de 5 à 7 % plus grandes chez les sportives.

Malgré ces modifications morphologiques, la population sportive étudiée ne présente pas d'altération des paramètres de fonction systolique (FEVG > 50 %) ni diastolique évalués par doppler (pic de vélocité des ondes E, A ainsi que TDM). La vélocité de l'onde A est discrètement plus lente chez les athlètes, conséquence possible de la bradycardie des sujets entraînés. De même, en ce qui concerne les pressions pulmonaires, il n'existe pas de différence statistiquement significative.

La masse ventriculaire gauche indexée est statistiquement supérieure chez les sportives mais toujours dans les normes.

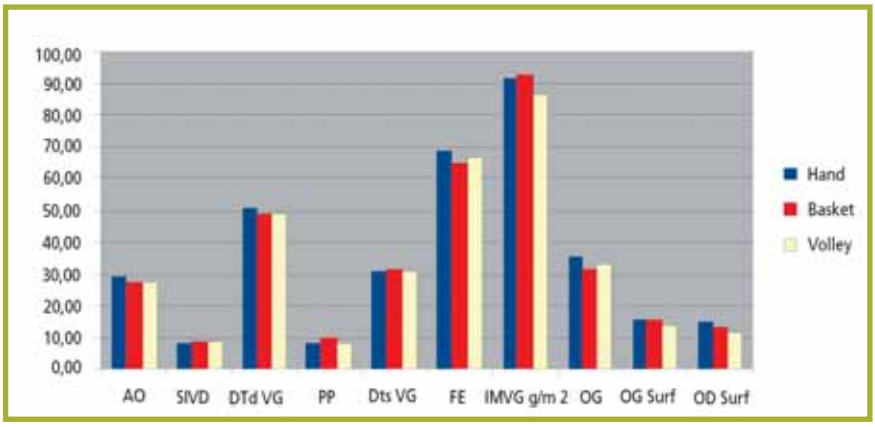

Figure 6 – **Paramètres morphologiques des athlètes en fonction du sport pratiqué.**

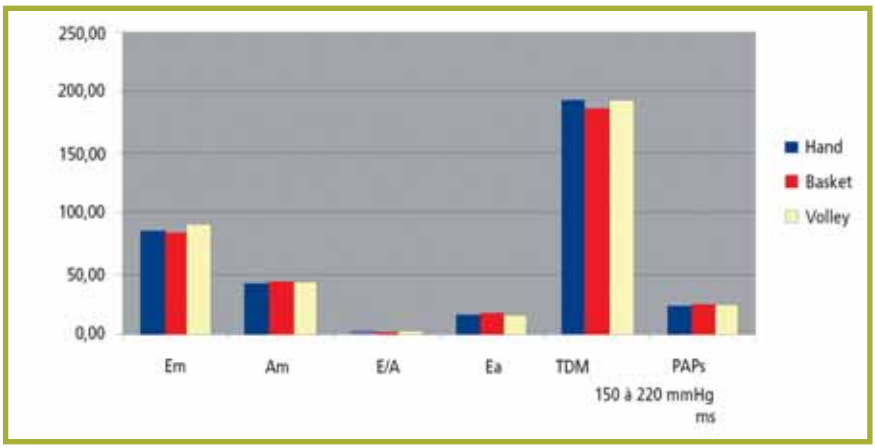

Figure 7 – **Paramètres Doppler des athlètes en fonction du sport pratiqué.**

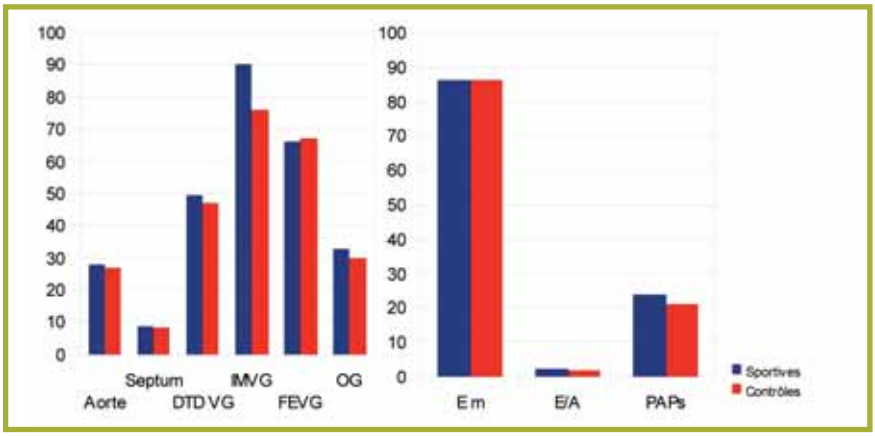

Figure 8 – **Paramètres morphologiques des sportives comparés à un groupe contrôle.**

Discussion

Parmi les athlètes, les dimensions VG vont de 44 mm à 57 mm, et sont supérieures aux valeurs normales (> 54 mm) chez 5 femmes (6 %), et ne sont dans les limites pouvant conduire au diagnostic de cardiomyopathie dilatée (CMD) (⩾ 60 mm) chez aucune athlète.

Parmi les athlètes, les épaisseurs pariétales vont de 7 mm à 11,5 mm, et sont supérieures aux valeurs normales (> 11 mm) chez 2 femmes (2 %), et ne sont dans les limites pouvant conduire au diagnostic de CMH (⩾ 12 mm) chez aucune de ces athlètes.

Un élément important à prendre en compte est la surface corporelle : ainsi, en indexant les résultats, il n'existe plus de différence statistiquement significative sauf pour la masse ventriculaire gauche. Les limites hautes en valeur absolue des dimensions ventriculaires gauches sont augmentées grâce à la pratique régulière et à haut niveau d'une activité physique et/ou sportive chez la femme. Mais ces augmentations restent dans les limites de la normale. Ce qui conforte par ailleurs l'idée selon laquelle, chez la sportive de haut niveau (en sport collectif), l'échographie cardiaque est dabord normale.

Nous nous sommes intéressés uniquement à des jeunes femmes athlètes de haut niveau. Les adaptations chez des sportives d'endurance de plus de 40 ou 50 ans ne sont peut-être pas les mêmes.

Pour finir, il faut aussi se rappeler que les adaptations pour des athlètes ultra-endurantes (marathon, cyclisme…) ne sont pas les mêmes si on se réfère à la littérature.

> Conclusion (Tab.3)

Les limites morphologiques échographiques pour la femme sportive sont inférieures à celles rencontrées chez le sportif masculin. La stimulation due à l'activité physique n'entraîne pas les mêmes conséquences même si les charges de travail semblent parfois équivalentes.

Les athlètes de haut niveau en sport collectif féminin montrent des adaptations cardiaques physiologiques à un entraînement intense et régulier. Toutefois, ces adaptations restent pour l'immense majorité dans les limites de la normale.

Dans une revue de la littérature, en valeur absolue le DTD VG dépasse les limites de la normale dans une très faible proportion (tous sports confondus) (8 %) et atteint les limites de la CMD ou de la CMH dans un nombre extrêmement faible de cas (1 % des athlètes).

Ces résultats suggèrent que le problème de la distinction cœur d'athlète/CMH semble être un dilemme concernant principalement le sportif de haut niveau.

Les athlètes de haut niveau en sport collectif féminin montrent des adaptations cardiaques physiologiques à un entraînement intense et régulier.

MOTS CLÉS

Echographie cardiaque, Sport collectif, Athlètes féminines, Adaptation cardiaque.

Bibliographie

1. Spirito P, Pelliccia A, Proschan M et al. Morphology of the "athlete's heart" assessed by echocardiography in 947 elite athletes representing 27 sports. Am J Cardiol 1994 ; 74 : 802-6.
2. Maron BJ, Mitchell JH. 26th Bethesda Conference: recommendations for determining eligibility for competition in athletes with cardiovascular abnormalities. J Am Coll Cardiol 1994 ; 24 : 845-99.
3. Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A et al. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. Circulation 1999 ; 100 : 336-44.
4. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F et al. The athlete's heart in women: echocardiographic characterization of 600 highly trained and elite female athletes. JAMA 1996 ; 276 : 211-5.
5. Huston TP, Puffer JC, Rodney McW. The athletic heart syndrome. N Engl J Med 1985 ; 4 : 24-32.
6. Maron BJ. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. J Am Coll Cardiol 1986 ; 7 : 190-203.
7. Fagard R. Athlete's heart. Heart 2003 ; 89 : 1455-61.
8. Pelliccia A, Maron BJ. Preparticipation cardiovascular evaluation of the competitive athlete: perspectives from the 30-year Italian experience. Am J Cardiol 1995 ; 75 : 827-9.
9. Gardin JM, Savage DD, Ware JH et al. Effect of age, sex, body surface area on echocardiographic left ventricular wall mass in normal subjects. Hypertension (suppl II) 1987 ; 9 : II36- II39.
10. Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A et al. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. New Engl J Med 1991 ; 324 : 295-301.
11. Gleim GW, Stachenfeld NS, Coplan NL, Nicholas JA. Gender differences in the systolic blood pressure response to exercise. Am Heart J 1991 ; 121 : 524-30.
12. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, Maron BJ. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. Ann Intern Med 1999 ; 130 : 23-31.
13. Pelliccia A, Avelar E, De Castro S, Pandian N. Global left ventricular shape is not altered as a consequence of physiologic remodeling in highly trained athletes. Am J Cardiol 2000 ; 86 : 700-2.

Tableau 3 – Récapitulatif (Arch Mal Cœur Vx 2008).

1) Probable hypertrophie physiologique
Epaisseur pariétale : homme ⩽ 13 mm ; femme ⩽ 12 mm
- Echocardiographie normale par ailleurs
- Pas d'antécédent familial de CMH ou mort subite
- Sportif asymptomatique, performant

Aptitude sans restriction à la compétition

2) Hypertrophie limite (CMH possible)
Sportif masculin : épaisseur pariétale > 13 mm et ⩽ 15 mm
Absence d'autre anomalie associée (sinon 3)
- Pas d'antécédent familial de CMH ou MS
- Asymptomatique, examen clinique normal
- Pas d'autres critères échocardiographiques
- Performance adaptée au niveau d'entraînement
- Pas d'arythmie au repos et à l'effort
- Pas d'ischémie

Poursuite de l'entraînement, surveillance +

3) Hypertrophie suspecte (CMH probable jusqu'à la preuve du contraire)
Sportif épaisseur VG : hommes > 15 mm ; femmes > 12 mm
Ou hypertrophie limite + anomalie associée
- Arrêt de l'entraînement
- Tests génétiques (si possible)
- Déconditionnement strict pendant 6 mois (maxi) et contrôle à 3 mois

Si tests génétiques négatifs + épaisseur VG normalisée
Entraînement progressif puis compétition sans limite
Si test génétique positif ou absence de régression significative de l'épaisseur VG, contre-indication définitive :
- à la compétition pour des sports à haut niveau énergétique
- à des entraînements soutenus

	CA	CMH
Entraînement > 10 h/semaine	+	
Performance de haut niveau	+	
CMH familiale		+
Mort subite familiale		+
Symptômes		+
Ondes Q de pseudo-nécrose		+
Diamètre VGTD >55 mm	+	
Diamètre VGTD < 45 mm		+
Hypertrophie asymétrique S/PP > 1,5		+
Remplissage VG anormal (< 40 ans)		+
Anomalie Doppler tissulaire		+
Adaptation insuffisante TA à l'effort		+
VO_2max > 120 % valeur de référence	+	
Arythmie		+
Persistance après déconditionnement		+
Tests génétiques		+